

СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕСШОВНЫХ ТРУБ ИЗ СПЛАВА ТИТАНА НА ОСНОВЕ АЛЬФА-ФАЗЫ ПОСЛЕ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ И ОТЖИГА

Баранникова Н.А.^{1*}, Водолазский Ф.В.¹, Илларионов А.Г.¹,
Горностаева Е.А.², Космацкий Я.И.³

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²ООО «ТМК НТЦ», г. Челябинск Россия

³ОАО «РосНИТИ» г. Челябинск Россия

*E-mail: barannikova.natalya.a@gmail.com

STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF SEAMLESS TUBE FROM THE ALPHA-TITANIUM ALLOY AFTER COLD ROLLING AND ANNELLING

Barannikova N.A.^{1*}, Vodolazskii F.V.¹, Illarionov A. G.¹,
Gornostayeva E.A.², Kosmatskii Ya.I.³

¹Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²TMK R&D, Chelyabinsk, Russia

³RosNITI JSC, Chelyabinsk, Russia

Study of the structure and mechanical properties of seamless tube from the alpha-titanium alloy after cold rolling and vacuum annealing

Титановый псевдо- α -сплав Ti-3Al-2.5V широко используется для авиакосмических гидросистем и атомной энергетики в виде трубных полуфабрикатов, получаемых по технологии TREX (Tube Reduced Extrusion) [1]. Данная технология включает операции горячего прессования и последующей холодной прокатки с промежуточными и окончательным вакуумными отжигами. Формирование структуры и свойств при получении передельной горячепрессованной трубы из сплава Ti-3Al-2,5V по технологии TREX нами изучено в работах [2,3]. В данной работе проведен анализ структуры и свойств конечного трубного полуфабриката из сплава Ti-3Al-2,5V – холоднокатаной трубы $\varnothing 38,1 \times 5,36$ мм, подвергнутой вакуумному отжигу при 750°C.

Макроструктура по сечению трубы после вакуумного отжига достаточно однородна и соответствует 1-му баллу шкалы макроструктур титановых сплавов. При визуальном осмотре труб макродефекты («седина», поперечные и продольные макротрещины) не обнаружены. Рентгеноструктурный анализ показал, что в отожженной трубе фиксируется двухфазное $\alpha + \beta$ -состояние с объемной долей β -фазы около 5% и параметрами решеток $(c/a)_{\alpha} = 1,592$, $a_{\beta} = 0,3199$ нм, что типично для псевдо- α -сплавов в равновесном состоянии.

Микроструктура холоднокатаной трубы характеризуется вытянутыми вдоль оси трубы α -зернами с β -прослойками, имеющими твердость 245 ед. HV.

Вакуумный отжиг способствует как развитию процессов рекристаллизации с формированием равноосных α -зерен размером 10-15 мкм (9-10 балл по шкале ASTM E112 - удовлетворяет требованиям для технологии TREX - выше 8-балла) с локализованными областями β -фазы на стыках зерен, так и снижению твердости до 220 ед. HV.

Требуемые и полученные экспериментальные значения механических свойств для отожженных холоднодеформированных труб из титанового сплава Ti-3Al-2.5V представлены в таблице.

Результаты испытаний на статическое растяжение образцов.

Параметр	Временное сопротивление (σ_b), Н/мм ²	Предел текучести (σ_T), Н/мм ²	Относительное удлинение (δ), %
Фактическое значение (среднее)	683, 0	560,0	35,4
Требование [4]	$\geq 621, 0$	$\geq 517,0$	≥ 15

Таким образом, полученные во разработанной технологии отожженные холоднокатаные трубы из титанового сплава Ti-3Al-2.5V по структуре и механическим свойствам удовлетворяют требованиям, предъявляемым к трубным полуфабрикатам из данного сплава, изготовленным по технологии TREX.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10107).

1. Смирнов В.Г. [и др]. Титан. 1. 36. (2003)
2. Илларионов А.Г. [и др.]. Металлург. 9. 83 (2016).
3. Пышминцев И.Ю. [и др.]. Металлург. 4. 70 (2018).
4. Boyer, R. ASM International. The Material Information Society. 5. (1994).